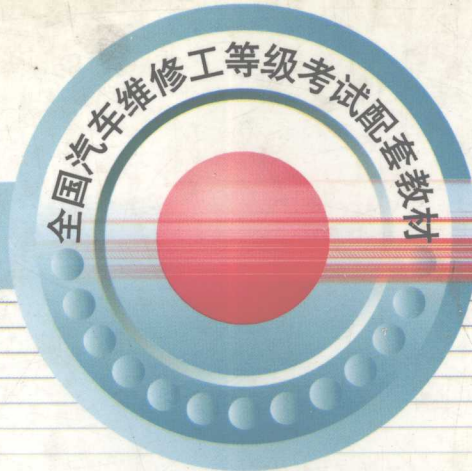




汽车维修 中级工 培训教材

全国汽车维修工等级考试配套教材编写组 编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

U472.4
64

全国汽车维修工等级考试配套教材

汽车维修中级工培训教材

全国汽车维修工等级考试配套教材编写组 编



机械工业出版社

本书的主要内容有：计算机基本知识、发动机的构造与维修、汽车底盘的构造与维修、汽车电气的构造与维修、汽车维修标准与规范及现代汽车电子控制技术等。

本书可作为汽车维修中级工的等级培训教材，也可供汽车维修人员学习参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

汽车维修中级工培训教材/全国汽车维修工等级考试配套教材编写组编. —北京：机械工业出版社，2003.1

全国汽车维修工等级考试配套教材

ISBN 7-111-11239-3

I. 汽... II. 汽... III. 汽车—车辆修理—技术培训—教材
IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2003）第 003130 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：蓝伙金 徐 巍 版式设计：张世琴 责任校对：张 媛

封面设计：姚 毅 责任印制：李 妍

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版·第 3 次印刷

1000mm×1400mm B5·12.75 印张·496 千字

7 001—9 000 册

定价：42.00 元（含 1VCD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

全国汽车维修工等级考试配套教材编写组

组长：刘仲国

成员：（按内容顺序）刘 星 唐建文 赵日寿 陈肖卿
刘仁鑫 李 庆 何效平 朱余清
余志兵

编者的话

本套教材是根据 1998 年国家劳动部、交通部颁发的“国家职业技能鉴定规范(汽车维修工)”(考核大纲),并且根据广东省和广州市 1992 年以来职业技能鉴定工作实施的情况,精心编写的汽车维修工等级考试配套教材。经过近十年的使用和改进,具有良好的培训效果和实际操作性。

随着汽车高新技术和电子控制技术的迅速发展,汽车专业知识发生了深刻的变化,传统的各类汽车培训教材已远远地不能适应形势的要求。本套教材就是为了适应这一要求,在内容上作了重大的改革。在介绍传统汽车专业知识的基础上,突出介绍当代先进汽车,尤其是轿车的专业知识。其中包括电子和计算机的基础知识,现代汽车电子控制技术,现代汽车检测和诊断技术,汽车环境污染及控制,交通安全及对策,未来汽车以及汽车服务工程等最新的专业知识。

本套教材针对面向不同层次工人的特点,力求做到在内容的编排上,由浅入深,具有连贯性和完整性。尽可能地多采用直观图形和简洁文字,做到通俗易懂,图文并茂,易为广大汽车维修工人所理解和接受。

为了便于学习,部分教材配备有 VCD 光盘。

全国汽车维修工等级考试配套教材包括如下五册:

《汽车维修初级工培训教材》(含 1VCD 光盘)

《汽车维修中级工培训教材》(含 1VCD 光盘)

《汽车维修高级工培训教材》(含 1VCD 光盘)

《汽车维修技师培训教材》

《汽车维修工应知应会考试指南》

本书第一章由陈肖卿编写,第二、三、四章由刘仁鑫编写,第五章由刘仲国编写。全书由刘仲国主编。

目 录

编者的话

第一章 计算机基础知识	1
第一节 计算机基本原理及组成	1
第二节 传感器	17
第三节 单片微机及汽车电脑	29
第二章 发动机的构造与维修	44
第一节 概述	44
第二节 曲柄连杆机构	47
第三节 配气机构	52
第四节 润滑系	62
第五节 冷却系	67
第六节 燃油供给系	72
第七节 排污控制系统	123
复习思考题	130
第三章 汽车底盘的构造与维修	131
第一节 概述	131
第二节 离合器	135
第三节 万向传动装置	141
第四节 手动变速器	144
第五节 自动变速器	151
第六节 驱动桥	176
第七节 行驶系	182
第八节 转向系	207
第九节 制动系	221
复习思考题	242
第四章 汽车电气的构造与维修	243
第一节 概述	243
第二节 蓄电池	246

第三节 充电系	251
第四节 起动系	253
第五节 点火系	255
第六节 照明与信号装置	275
第七节 组合仪表和辅助装置	279
第八节 中央门锁和防盗系统	311
第九节 巡航控制系统	328
第十节 电子控制安全气囊	334
第十一节 空调系统	338
复习思考题	348
第五章 汽车维修标准与规范	350
第一节 汽车维护的标准和规范	350
第二节 汽车各大总成修理标准和规范	365
第三节 汽车大修的标准和规范	386
参考文献	400

第一章 计算机基本知识

第一节 计算机基本原理及组成

一、计算机的基本概念

1. 计算机的基本含义

计算机是 20 世纪的重大科学技术成就之一，并很快地形成为一门信息科学，有力地推动着现代化工业、农业、国防和科学技术的迅猛发展，是人类生活中不可能缺少的先进工具。

计算机是一种能够自动连续地、快速地、准确地完成信息存储、数值计算、数据处理和过程控制等多种功能的电子机器。

2. 计算机的特点

计算机的发展和普及如此迅速，是因为计算机能快速而精确地处理信息，并被广泛地应用于现代社会的各个领域。

(1) 运算速度快 巨型计算机的运算速度可以达到每秒 1 亿次以上，我国成功研制的“银河”计算机，每秒能运算几十亿次。大型计算机的运算速度可达到百万次到千万次，就连微型机的运算速度每秒也有几十万次到几百万次。计算机所具有的强大运算能力，使它能广泛地应用于天气预报、宇航、地质测量等高端科技中。

(2) 计算精度高 计算机在进行数值运算时能够达到很高的精度，且具有极高的准确性。常用数学用表中，数值的计算结果只能达到四位，而一般的计算机数值运算都有七、八位或十几位有效数字。

(3) 超强的记忆能力 计算机能够自动连续地进行工作，是因为它具有一个存储器；这个存储器能够记忆各种程序和数据，可以根据不同任务的需要，方便、灵活地进行调用。“记忆”是实现自动化工作的关键。

(4) 可靠的判断功能 该功能不仅有利于实现计算机工作的自动化，而且保证了计算机的判断可靠，控制灵敏等特点。它能实现逻辑运算，运算的结果为“真”或“假”。在一定条件下，计算机能够对问题进行选择，以判断其逻辑结果为“真”或“假”。

(5) 能实现自动控制 用户只要将编制好的程序输入计算机，然后发出执行的指令，计算机就能完成一系列预定的操作。因此它被工业、农业以及其他行业广泛地用于生产控制和事务管理的自动化。它就在一定程度上节省了人力，提高

了效率，使产品的质量，效益也随之增加。

3. 计算机的分类

从不同的角度出发可以把计算机分成若干类。主要有四种不同的分类方法，它们分别是：按信息分类，按构成计算机的元器件分类，按计算机的规模分类，按计算机的用途分类。

(1) 按信息分类 按信息分类，计算机可以分为数字计算机、模拟计算机和混合计算机。

1) 数字计算机。数字计算机是以“0”和“1”数字代码的数据形式来表示要处理的信息的，它的主要特点是：存储器容量大、精度高、适应性好、处理能力强。

2) 模拟计算机。对模拟变量进行操作的计算机，称为模拟计算机。模拟计算机中，要处理的信息是以模拟量来表示的，例如用电压量或电流量等来表示，一般常用于模拟数据的处理。模拟计算机的主要特点是：速度快、适应性好、可直接通信。

3) 混合计算机。利用模拟表示和数字表示这两种表示方式进行数据处理的电子计算机，称为混合计算机。混合计算机具有数字计算机和模拟计算机的特点和优点：既能处理数字量又能处理模拟量，并具有数字量与模拟量之间相互转换的能力。混合计算机常应用于炼钢、化工和模拟飞行等方面。

(2) 按用途分类 按用途分类，可以把计算机分成通用计算机和专用计算机。

1) 通用计算机。这是为了解决多方面的问题而设计的计算机。它的功能齐全、适应性强，用途比较广泛。不但可以应用于科学计算、数据处理。还可应用于实时控制、管理决策等方面。针对不同的应用任务，可以编制不同的程序，在这类计算机上运行和实现。

2) 专用计算机。这是为处理某些特殊问题而设计的计算机。在处理这些特殊问题时，它比通用计算机更为有效。一般用于工业控制、军事和国防事业等专用设备上。专业计算机，一般都是根据固定的程序或固定逻辑线路进行操作的。这类计算机为特定部门或领域服务，用途单纯、结构简单、工作效率较高。

(3) 按规模分类 按计算机的规模或能力，可以把计算机分巨型、大型、中型、小型和微型计算机。

1) 巨型机。巨型机是指运算速度快、存储量大，每秒可达1亿次以上的计算机。主存容量高达几百兆字节，字长可达64位以上。如我国成功研制的“银河”计算机就是巨型机。

2) 大型机。一般认为大型机的运算速度在每秒100万次到几千万次之间，字长32~64位，主存容量在几十兆字节或几百兆字节。

大型机主要用于计算中心和计算机网络中。

3) 中型机。中型机规模介于大型机和小型机之间。

巨型机和大、中型机又叫做“主架计算机”。

4) 小型机。小型机也称迷你电脑。它的规模较小,每秒钟能运算几百万次左右。它的用途广泛,既可以用于科学计算、数据处理,也可用于生产过程自动控制和数据采集及分析处理。

5) 微型机。微型机又称“个人计算机”,俗称“个人电脑”或“PC 机”。它是目前使用最为广泛的一种计算机,即我们常说的 486、586,奔腾电脑等,其运算速度每秒钟在百万次以上。

微型机同其他机型的不同之处是:前几类计算机的 CPU(即中央处理器)具有分时处理能力,一个主机带有若干个终端或外设,而微型机则由单个终端组成,具有“个人计算机”的特点。

这些划分标准是随着时代的前进而改变的。十年前的中型机,现在只相当于一台超级微型机。而微型机的概念也在发生变化,可以说微型机是大、中型机的微型化。

(4) 按元器件分类 按组成计算机所使用的电子元器件类型,计算机可分成电子管计算机、晶体管计算机、集成电路计算机和大规模或超大规模集成电路计算机。计算机元器件的更新标志着计算机换代的进程。

随着计算机技术和科学技术的不断发展,元器件的不断更新,更加先进、新颖的元器件将要出现,未来的计算机将可能发展成为光子计算机和生物计算机等。

4. 计算机的主要技术指标

(1) 字长 字长系指计算机能直接处理的二进制信息的位数,是计算机的一项重要指标。

字长是计算机精度的标志。字长直接影响到计算机功能及用途。字长越长,所能表示的有效位数就越多,精度就越高,计算机的性能就越好。计算机的字长有 8 位、16 位、32 位和 64 位等。

(2) 主频 主频系指计算机的时钟频率,它在很大程度上决定了计算机的运算速度。主频越高,运算速度越快。

主频是 CPU 的时钟频率,通常微机的类型和主频是标注在一起的,如:486/100,表示 CPU 芯片的型号为 80486,主频为 100MHZ。目前已有 1GHZ 以上的微处理器芯片。

(3) 存储器容量 存储容量是指内存容量和磁盘容量。

1) 内存容量。我们常说的内存的大小,就是指随机存储器 RAM 存储容量的大小,可运行程序的大小和程序运行的效率都是由它决定的,它标志着计算机的工作能力。内存越大,微机所能运行的软件功能就越丰富。因此,内存越大,计算机系统的运行速度就越快。

2) 磁盘容量。硬盘和软盘的存储容量,反映了微机存取数据的能力。硬盘容

量从过去的几十 MB，发展到目前的几十 GB，容量越来越大。软盘的容量大多为 1.44MB。光盘的存储容量就要大得多，通常为 640MB。

(4) 存取周期 存储器进行一次完整的读/写操作所需的时间，也就是存储器连续进行读/写操作所允许的最短时间间隔，称为存取周期。

存取周期越短，则存取速度越快。它是反映存储器性能的一个重要参数，也是反映微机系统性能的重要参数。通常，存取速度的快慢决定了运算速度的快慢。

半导体集成电路存储器的存取周期为几十至几百 ns。

(5) 运算速度 运算速度是指计算机每秒钟能执行多少条指令，它的单位是百万次/秒 (MIPS)。因为执行不同的指令所需的时间不同，所以运算速度有不同的计算方法。现在一般用各种指令的平均执行时间及相应指令的运行比例来综合计算运算速度。

目前，微型计算机的运算速度为每秒几十万次到几百万次，巨型计算机的运算速度则高达每秒数亿次。

(6) 可靠性 计算机的可靠性一般用平均无故障运行时间来衡量。平均无故障运行时间是指在相当长的运行时间内，计算机的工作时间，除以运行时间内的故障次数，它是一个统计值。这个统计值越大，则计算机的可靠性越高。

(7) 性能价格比 性能价格比是性能与价格的比值。它是衡量计算机产品优劣的综合指标。性能包括了上述几个方面，价格是指计算机的售价。其比值越大越好。

以上是微机的主要技术指标，还有系统的兼容性、可维护性、可用性等方面。

二、计算机的基本工作原理

计算机是模仿人脑部分功能的一种工具，它的结构特点与工作过程和人脑有许多相似之处。计算机进行数字运算的工作原理就是模拟人手工计算的过程。试看一下人用算盘来计算 ($2436 + 3748 - 4569 = ?$) 的过程，如果把算盘记为 S，则计算过程如表 1-1 所示。

表 1-1 使用算盘解题过程

序 号	操作命令	注 释
0	O→S	清除算盘盘面
1	2436→S	在算盘上拨上 2436
2	(S) + 3748→S	在算盘上加上 3748
3	(S) - 4569→S	在算盘上减去 4569
4	(S) 抄送纸上	抄送运算结果在纸上
5	停止	计算结束

在执行了上述 6 个步骤操作以后，在算盘上存放着运算结果 1615。表 1-1 是用算盘求解过程的形式描述，算盘 S 具有累加的作用。改变表中的操作命令，就可以实现其它问题的计算。

计算过程的每一步都是一条指示人完成相应操作的命令，我们将这种执行某种操作的命令称为指令，完成某种功能的一组指令系列称之为程序。表 1-1 列出的 6 条指令就构成了一个程序，编制解题程序的过程称为程序设计。

分析以上过程，可以看出，人们利用算盘进行计算时，必须具有：

- 1) 运算装置，即算盘；
- 2) 记录（存放）计算步骤、计算结果的装置，即纸张和笔；
- 3) 控制的装置，上述计算过程都是在人脑的控制下，手工执行；
- 4) 输入输出装置。

计算机的计算过程与人用算盘计算的过程相类似，只不过是机器代替了人。因此，用计算机模拟上述解题过程必须具备下列条件：

- 1) 为了进行各种数据运算，机器内必须有一个相当于算盘的运算器；
- 2) 为了保存和记录原始数据、解题程序、运算的中间结果和最后结果，机器内必须有容量足够大的存储器，这相当于手工计算时用的纸张；
- 3) 必须有按照解题程序指挥、控制各个部件协同工作的控制器，这相当于手工计算中的人脑；
- 4) 必须具备将原始数据和程序送入机器内部的输入设备和给出计算结果的输出设备；
- 5) 机器内应有必要的程序，以便开机后执行该程序，启动系统工作，自动地投入运行状态。

运算器、存储器、控制器和输入、输出设备是计算机赖以工作的物质基础，称之为硬件。计算机中的程序称为软件。

上面所分析的是一个简单的运算，任何复杂的运算可以分解为一系列简单的操作步骤，但是这些简单操作应是计算机能直接实现的被称为“指令”的基本操作，如加法指令、减法指令等。解算一个新题目时，先确定分解的算法，编制运算过程，选取能实现其操作的适当指令，组成所谓“程序”。如果把程序和处理问题所需数据均以计算机能接受的二进制编码形式预先按一定顺序存放到计算机的存储器里，计算机运行时从存储器取出一条指令，实现一个基本操作，以后自动地逐条取出指令执行一系列的基本操作，其结果是完成了一个复杂的运算。这就是存储程序的基本思想。根据存储程序的原理，计算机解题过程就是不断调用存储在计算机里的指令和数据的过程，直至获得最终结果。这也是计算机进行信息处理的基本工作原理。由此也确定了计算机的基本组成。

计算机的工作也可以认为是信息加工过程。计算机中的信息是指数据或指令，它们是以一定的编码形式表示的。

三、计算机数制的表示及转换

在计算机的内部，都是使用二进制数来表示信息的。可为了书写、阅读方便，

可以使用十进制、八进制、十六进制等形式来表示一个数。下面我们就来逐步介绍常用数制的表示、运算及转换等方法。

1. 计算机的数制

数制是用一组固定的数字按照统一的规则来表示数目的方法。人们习惯于用十进制表示一个数，即以十为模，逢十进一的进制方法。但实际上，还有各种各样的计数制被用。这些数制表示方法完全是根据人们的习惯和实际需要而采用，并非是天经地义的进制方法。

(1) 进位计数制 按进位的原则进行计数的方法，称为进位计数制。进位计数制的显著特点是：相同的数字符号，其值的大小与它在数字序列中所处的位置有关。

例如，在十进位计数制中，是根据“逢十进一”的原则进行计数的。一个十进制数，它的数值是由数码 0, 1, 2, …, 8, 9 表示的。数码所处的位置不同，代表数的大小也不同。从右面起的第一位是个位，第二位是十位，第三位是百位，第四位是千位，……。“个、十、百、千……”在数学上叫做“权位”或“权”。每一位的数码与该位“位权”的乘积表示该数值的大小。另外，十进位计数制中的 (10) 称为基数。在十进位计数制中，基数 (10) 为十，按“逢十进一”的原则进行计数。

“位权”和“基数”是进位计数制中的两个要素。

在计算机中，常用的是二进制、八进制和十六进制，其中二进制用得最为广泛。

(2) 进位计数制的表示方法 常用计数制有：十进制数、二进制数、八进制数、十六进制数。

1) 十进制数

十进制数是我们日常使用最多的数制，它的特点为：

① 含有的数字是：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

② 逢十进位

它的基数为 10，每一位上数的权为 10 的幂。我们用符号 $()_{10}$ 表示十进制数。

例如，十进制数 8888.88，可以表示为：

$$(8888.88)_{10}$$

$$= 8 \times 10^3 + 8 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 8 \times 10^0 + 8 \times 10^{-1} + 8 \times 10^{-2}$$

一般地说，任意一个十进制数 D ，可以表示为：

$$\begin{aligned} D &= D_{n-1} \times 10^{n-1} + D_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + D_1 \times 10^1 + D_0 \times 10^0 \\ &\quad + D_{-1} \times 10^{-1} + D_{-2} \times 10^{-2} + \cdots + D_{-m} \times 10^{-m} \\ &= \sum_{i=n-1}^{-m} D_i \times 10^i \end{aligned}$$

式中 10 为十进制数的底数（或称为基数）， n 、 m 为正整数， n 为小数点左面的位数， m 为小数点右面的位数。

2) 二进制数

二进制数是在计算机领域内广泛使用的数制，它的特点为：

① 含有的数字是：0, 1

② 逢二进位

它的基数为 2，每一位上数的权为 2 的幂。我们用符号 $()_2$ 表示二进制数。

例如，二进制数 11001 可以表示为：

$$\begin{aligned}(11001)_2 \\ = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0\end{aligned}$$

一般地说，任意一个二进制数 B，可以表示为：

$$\begin{aligned}B &= B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + B_1 \times 2^1 + B_0 \times 2^0 \\ &\quad + B_{-1} \times 2^{-1} + B_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + B_{-m} \times 2^{-m} \\ &= \sum_{i=n-1}^{-m} B_i \times 2^i\end{aligned}$$

式中 n, m 为正整数， n 为小数点左面的位数， m 为小数点右面的位数，2 是二进制数的基数。

3) 八进制数

八进制数的特点为：

① 含有的数字是：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

② 逢八进位

它的基数为 8，每一位上数的权为 8 的幂。我们用符号 $()_8$ 表示八进制数。

例如，八进制数 305，可以表示为：

$$(305)_8 = 3 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 5 \times 8^0$$

通常，任意一个八进制数 Q，可以表示成：

$$\begin{aligned}Q &= Q_{n-1} \times 8^{n-1} + Q_{n-2} \times 8^{n-2} + \cdots + Q_1 \times 8^1 + Q_0 \times 8^0 \\ &\quad + Q_{-1} \times 8^{-1} + Q_{-2} \times 8^{-2} + \cdots + Q_{-m} \times 8^{-m} \\ &= \sum_{i=n-1}^{-m} Q_i \times 8^i\end{aligned}$$

式中 n, m 为正整数， n 为小数点左面的位数， m 为小数点右面的位数，8 是八进制数的基数。

4) 十六进制数

十六进制数的特点为：

① 含有的数字是：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

② 逢十六进位

它的基数为 16，每一位上数的权为 16 的幂。我们用符号 $()_{16}$ 表示十六进制数。

例如，十六进制数 11，可以表示为：

$$(11)_{16} = 1 \times 16^1 + 1 \times 16^0$$

通常，任意一个十六进制数 H ，可以表示成：

$$\begin{aligned} H &= H_{n-1} \times 16^{n-1} + H_{n-2} \times 16^{n-2} + \cdots + H_1 \times 16^1 + H_0 \times 16^0 \\ &\quad + H_{-1} \times 16^{-1} + H_{-2} \times 16^{-2} + \cdots + H_{-m} \times 16^{-m} \\ &= \sum_{i=n-1}^{-m} H_i \times 16^i \end{aligned}$$

式中 n 、 m 为正整数， n 为小数点左面的位数， m 为小数点右面的位数，16 是十六进制的基数。

我们把常用的几种进位计数制表示数的方法列于表 1-2。

表 1-2 各种进制数的对应值

十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10

2. 不同进制数间的转换

由于日常应用中有各种不同的数制，而在计算机中都是应用二进制数，所以不同进制数之间有时需要相互进行转换。

转换原则：不同进位计数制之间的转换是根据两个有理数如相等，则两数的整数部分和分数部分一定分别相等的原则进行的。也就是说，若转换前两数相等，转换后，仍必须相等。

(1) 二进制数与十进制数的相互转换

1) 二进制数转换成十进制数，只要将二进制数用计数制通用形式表示出来，计算出结果，便得到相应的十进制数。即按权展开然后相加即可。

例如

$$\begin{aligned} &(11001.1001)_2 \\ &= 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} \\ &\quad + 0 \times 2^{-2} + 0 \times 2^{-3} + 1 \times 2^{-4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 16 + 8 + 1 + 0.5 + 0.0625 \\
 &= (25.5625)_{10}
 \end{aligned}$$

2) 十进制数转换成二进制数

① 十进制整数转换成二进制整数。十进制整数转换成二进制整数，通常采用“除 2 取余法”。

所谓除 2 取余法，就是将已知十进制数反复除以 2，在每次相除之后若余数为 1，则对应于二进制数的相应位为 1；若余数为 0，则相应位为 0。首次除法得到的余数是二进制数的最低位，最末一次除法得到的余数是二进制数的最高位。从低位到高位逐次进行，直到商是 0 为止。

例如，将 $(215)_{10}$ 转换成二进制数：

2 215	余数 1	
2 107	余数 1	
2 53	余数 1	
2 26	余数 0	
2 13	余数 1	
2 6	余数 0	
2 3	余数 1	
2 1	余数 1	
0		

↑ 低位

 高位

所以 $(215)_{10} = (11010111)_2$

② 十进制纯小数转换成二进制纯小数。十进制纯小数转换成二进制纯小数，通常采用“乘 2 取整法”。所谓乘 2 取整法，就是将已知十进制纯小数反复乘以 2，每次乘 2 之后，所得新数的整数部分若为 1，则二进制纯小数的相应位为 1；若整数部分为 0，则相应位为 0。从高位到低位逐次进行，直到满足精度要求或乘以 2 后的小数部分是 0 为止。

例如，将 $(0.875)_{10}$ 转换成二进制数。

0.875		
×) 2		
1.750.....	整数部分为 1	
0.750		
×) 2		
1.500.....	整数部分为 1	
0.500		
×) 2		
1.000.....	整数部分为 1	

↑ 高位

 低位

所以 $(0.875)_{10} = (0.111)_2$

③ 十进制混合小数转换成二进制数。混合小数由整数和小数两部分组成，只要按上述方法分别进行转换，然后将转换结果组合起来，即为所要求的二进制混合小数。

例如，将 $(215.875)_{10}$ 转换成二进制数。

其中 $(215)_{10} = (11010111)_2$

$(0.875)_{10} = (0.111)_2$

则 $(215.875)_{10} = (11010111.111)_2$

(2) 二进制数转换成八进制数，可概括为“三位并一位”。对于整数，从低位到高位将二进制数的每三位分为一组，若不够三位时，在高位左面添 0，补足三位。然后，将各组的三位二进制数按规定 $2^2, 2^1, 2^0$ 权展开后相加，得到一位八进制数。

例如，将二进制数 1101001 转换成八进制数。

$(001\ 101\ 001)_2$

↓ ↓ ↓

$(1\ 5\ 1)_8$

所以 $(1101001)_2 = (151)_8$

对于小数的转换，从高位到低位将二进制小数的每三位分为一组，若不足三位时，在低位的右边添 0，补足三位，然后将三位二进制数用一位八进制数替换，即可完成转换。

例如 将二进制数小数 $(0.0100111)_2$ 转换成八进制小数。

$(0.010\ 011\ 100)_2$

↓ ↓ ↓

$(2\ 3\ 4)_8$

所以 $(0.0100111)_2 = (0.234)_8$

对于混合小数的转换，以小数点为界，整数部分与小数部分分别进行转换，便可写出相应的八进制。

(3) 八进制转换成二进制 八进制数转换成二进制数，只要将每八位进制数用相应的三位二进制数替换，即可完成转换。

例如，把八进制数 $(643.503)_8$ 转换成二进制数。

6 4 3. 5 0 3

↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓

110 100 011 101 000 011

所以 $(643.503)_8 = (110100011.101000011)_2$